

Wtórna emisja pyłów a kumulacja Ni w migdałkach gardłowych dzieci zamieszkałych w miastach województwa śląskiego

Secondary dust emission on Ni accumulation in pharyngeal tonsils of children from Silesian Voivodeship cities

Jerzy Kwapuliński^{1 (a, d)}, Małgorzata Suflita^{1 (b, c)}, Piotr Z. Brewczyński^{1 (a, d)},
Małgorzata Bebek^{4 (c)}, Marcin Babula^{4 (b, c, d)}, Elżbieta Królak^{2 (c)}, Błażej Szady^{3 (e)},
Ewa Nogaj^{3 (b)}, Elżbieta Rabsztyń^{5 (e)}, Krzysztof Mitko^{4 (c, e)}, Renata Musielińska^{6 (b, e)},
Ewa Krakowiak^{1 (d, e)}

¹ Zakład Zdrowia Środowiskowego i Epidemiologii, Zakład Szkodliwosci Biologicznych i Immunoalergologii, Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego

² Zakład Ekologii, Akademia Podlaska

³ Katedra i Zakład Toksykologii, Śląski Uniwersytet Medyczny

⁴ Zakład Monitoringu Środowiska, Główny Instytut Górnictwa

⁵ Zakład Diagnostyki Laboratoryjnej, Samodzielny Publiczny Wojewódzki Szpital Chirurgii Urazowej im. Dr. Janusza Daaba w Piekarach Śląskich

⁶ Zakład Toksykologii, Akademia im. Jana Długosza

(a) opracowanie koncepcji i założeń

(b) opracowanie metod

(c) przeprowadzenie badań

(d) opracowanie tekstu

(e) inne prace

STRESZCZENIE

Wstęp: Szereg wcześniejszych badań wykazał istotne zdolności do kumulowania się niektórych metali ciężkich w przyziemnej warstwie powietrza. Dochodzi do tego zjawisko wtórnego pylenia. **Cel badań:** Celem badań było określenie roli zjawiska wtórnego pylenia na podstawie wyznaczenia kilku opisanych w piśmiennictwie współczynników. **Materiał i metody:** Przedmiotem badań były usunięte chirurgicznie w latach 2006–2011 migdałki gardłowe dzieci mieszkających w różnych regionach Górnego Śląska. Ich próbki mineralizowane przy użyciu kwasu azotowego poddano analizie metodą spektrometrii plazmowej na zawartość Ni. Udział wtórnej emisji pyłu opisano za pomocą następujących współczynników: wtórnej emisji; wzbogacenia; kontaminacji; parametru dodatkowej masy danego metalu w ogólnym zanieczyszczeniu powietrza. **Wyniki:** Kontaminacja migdałków gardłowych była większa u dzieci mieszkających w miastach, w których stwierdzano wzrost współczynników wtórnej emisji.

Słowa kluczowe: Ni, migdałki gardłowe, wtórne pylenie, kontaminacja

ABSTRACT

Introduction. Earlier studies indicated big capacity of accumulation of some heavy metals in ground air layer. The extra input in widespread pollution is attributable to secondary dusting. **The aim of studies:** The aim of the studies was determination of the role of secondary dusting on the basis of determination of many coefficients described in references. **Materials and methods:** The work target were pharyngeal tonsils in children residing in different regions of Upper Silesia. The samples were mineralized with nitric acid and were analyzed by plasmic spectrometry for Ni content. The input of secondary dust emission was defined by the following coefficients: secondary emission, enrichment, contamination supplementary mass of a given metal in widespread air pollution. **Results:** Contamination of pharyngeal tonsils was larger in children residing in towns in which increase of secondary emission coefficients was recorded.

Key words: Ni, pharyngeal tonsils secondary dusting, contamination

WSTĘP

Dzieci są szczególnie wrażliwe na oddziaływania środowiskowe. Znacznie postępująca urbanizacja oraz rozwój różnych gałęzi przemysłu sprawiły, że powietrze atmosferyczne zanieczyszczone jest różnymi substancjami chemicznymi. Głównym źródłem oddziaływania środowiska na dzieci są aerozole atmosferyczne zawarte w przyziemnej warstwie powietrza; innym są napoje. Trafiająca do dystrybucji przetworzona żywność jest bowiem na ogół standaryzowana.

Pył zawieszony pochodzi zarówno z lokalnej jak i wtórnej emisji. Emisja wtórna polega na wzbudzeniu do przestrzeni respirabilnej pyłów wcześniej osiadłych na powierzchniach utwardzanych (asfaltowe boiska, parkingi, ulice, itd.). Zanieczyszczenia pochodzące ze spalin samochodowych odgrywają bardzo ważną rolę u dzieci mieszkających lub uczęszczających do szkół zlokalizowanych w sąsiedztwie ruchliwych ulic [1, 2].

W czasie swojego rozwoju biologicznego organizm dziecięcy może być narażony na związki i jony metali ciężkich obecne w powietrzu [3, 4]. Dlatego też wiele ośrodków badawczych nie tylko analizuje narażenie dzieci na wybrane jony metali na podstawie np. badań zawartości niklu (Ni) we krwi, lecz także prowadzi intensywne badania nad wykorzystaniem wielu tkanek, narządów oraz płynów ustrojowych jako źródeł pozwalających na skuteczną ocenę ekspozycji. Jednym z niewielu narządów nadających się wybitnie do tego typu badań są migdałki gardłowe. Wynika to z faktu, że stanowią one integralną część lokalnego układu immunologicznego i są szczególnie przydatnie położone dla oceny wdychanego powietrza (jama nosowo-gardłowa). Z powyższych powodów kumuluje się w nich wiele pierwiastków [5, 6, 7].

Nikiel należy do metali powszechnie występujących w otoczeniu człowieka (woda, gleba, powietrze). Jeśli występuje on w powietrzu w ilościach niższych niż dawka progowa ($0,25 \text{ mg/m}^3$), nie stanowi z reguły niebezpieczeństwa dla organizmu człowieka. Jego niedobór może być przyczyną zachwiania wybranych procesów metabolicznych np. przemian lipidów [8, 9, 20].

Nikiel jest aktywatorem niektórych enzymów jak np. tyrozynazy czy arginazy oraz regulatorem gospodarki hormonalnej. Ponadto bierze udział w transporcie tlenu do tkanek, tworzeniu białek enzymatycznych, przemianach węglowodanów. Regulacja funkcji plazminy oraz stabilizacja struktur kwasów nukleinowych to także przykłady podstawowej roli fizjologicznej niklu [9, 10].

Stała emisja związków niklu do środowiska przy-

rodniczego następuje w wyniku spalania paliw, zwłaszcza węgla i ropy naftowej. Ponadto do emisji związków niklu dochodzi na skutek starzenia się płyt azbestowych i emisji pyłów z zakładów przetwórstwa rud metali kolorowych, palenia papierosów, odprowadzania nieoczyszczonych ścieków i szlamów z rafinerii, galwanizerni i wytwórni akumulatorów zasadowych [11, 12]. Dowiedziono również, że nikiel adsorbowany jest na najmniejszych cząstkach pyłu emitowanego przez elektrownie, zwałowiska kopalniane i huty. Cząstki te mogą dłużej unosić się w powietrzu i mogą być przenoszone na większe odległości w porównaniu do cząstek o większych rozmiarach, które opadają w pobliżu miejsca emisji. Fakt ten pozwala domniemywać, że zróżnicowanie wtórnej emisji będzie miało ogromne znaczenie dla kumulacji niklu w układzie oddechowym.

Związki niklu dostają się do ludzkiego organizmu drogą oddechową i pokarmową. To czy okażą się dla nas szkodliwe czy też nie, zależy w głównej mierze od stopnia wchłaniania, dystrybucji w organizmie oraz stopnia wydalania. Ekspozycja na ten metal skutkuje kumulacją głównie w organach miękkich, mięśniu sercowym, kościach, skórze, włosach czy też węzłach limfatycznych. Wywołuje on wówczas szereg negatywnych zmian w postaci uszkodzenia błon śluzowych, zaburzeń w strukturze kwasów nukleinowych, zmian w szpiku kostnym i chromosomach. Może być przyczyną odczynów alergicznych, nowotworów jamy ustnej, gardła i płuc [10, 11, 14, 15].

W nawiązaniu do wspomnianych wyżej faktów, niedobór jonów niklu w bilansie organizmu ludzkiego może być równie dotkliwy, jak i jego nadmierna kumulacja. Objawami spowodowanymi niedostateczną jego podażą mogą być: zahamowanie wzrostu, zmiany w naskórku i nadmierna pigmentacja, zniekształcenie kości, obrzęk stawów, obniżenie poziomu hemoglobiny we krwi oraz zwyrodnienie wątroby spowodowane nagromadzeniem się w niej nadmiernej ilości tłuszczu prowadzące do upośledzenia funkcji tego organu [9, 12].

Oprócz emisji przemysłowej dodatkowym źródłem obecności niklu w przyziemnej warstwie powietrza jest zjawisko wtórnego pylenia oraz emisja komunikacyjna. W przypadku przekroczenia granicznej prędkości wiatru (5 m/s) w odniesieniu do różnych osiadłych frakcji pyłów na powierzchniach utwardzonych (ulice, place zabaw) następuje powtórna emisja pyłów do przyziemnych warstw powietrza. Ilości wtórnie emitowanego pyłu o różnej szkodliwości fizycznej i chemicznej zależą od średnicy jego cząstek, ich kształtu, prędkości i kierunku wiatru (warunki anemologiczne), czasu jego trwania, stopnia turbulencji powietrza wywołanej ruchem pojazdów itd.

Przeciętna zawartość niklu w poszczególnych frakcjach pyłu zawieszonego powietrza w warunkach wtórnego pylenia w sąsiedztwie szkół badanych dzieci przedstawia tab. I [3]. Badania te wskazują, że emisja dokonująca się podczas zjawiska wtórnego pylenia może stanowić wyraźne zagrożenie stanu zdrowia dzieci i dorosłych [1, 14, 15].

Związki chemiczne niklu są charakterystycznymi składnikami pochodzącymi zarówno z wtórnej emisji pyłów jak i z emisji samochodowej i zależą od stopnia natężenia ruchu drogowego.

MATERIAŁ I METODY

Pyły zawieszone w powietrzu

Poboru prób pyłu dokonano za pomocą aspiratora powietrza typu AP 700 w ciągu 1 godziny, uwzględniając separatory dla poszczególnych jego frakcji. Zebrane sączki z pyłem o znanej masie mineralizowano na gorąco dwukrotnie mieszaniną 1:1, 40% HF i 68% HNO₃ w ilości po 1 cm³. Pozostałość po mineralizacji rozpuszczono w 10 cm³ 68% HNO₃ i przenoszono ilościowo do kolbek miarowych o pojemnościach po 50 cm³, a następnie uzupełniano wodą redestylowaną. Zawartość Ni oznaczono metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej za pomocą aparatu Pye Unicam SP 9, zgodnie z fabryczną instrukcją obsługi. Poprawność oznaczeń sprawdzono opierając się na równoległych analizach materiału referencyjnego SRM 1648 produkcji National Institute of Standards and Technology Gaithersburg. Pomiaru walidacyjne wykazały różnicę w oznaczeniach rzędu od 3% do 9% dla Ni. Wykrywalność badanego metalu wynosiła 0,01 µg/g Ni s.m. pyłu.

Migdałek gardłowy

W pierwszej kolejności określona została masa mokra migdałka. Do tego celu użyto wagi ZMP WA-32 o dokładności $1,0 \pm 10^{-5}$ g. Po wysuszeniu próbek pod lampami promiennikowym, ponownie ustalono masę badanych prób.

Przygotowane próbki migdałków o określonej masie potraktowano spektralnie czystym kwasem azotowym HNO₃(V) o objętości 5 cm³. Następnie

próbki zostały umieszczone w łaźni piaskowej. Trwało to, aż do momentu rozpuszczenia materii organicznej i jej odparowania. Po zakończeniu pierwszego etapu dodana została kolejna porcja 5 cm³ HNO₃(V), a próbki pozostawały na łaźni piaskowej aż do momentu uzyskania klarownego roztworu. W przypadku próbek których roztwór nie stał się w pełni klarowny, dodano kilka kropeł nadtlenku wodoru (H₂O₂). Po rozpuszczeniu materii organicznej każda próbka została przeniesiona do wykalibrowanej kolbki i uzupełniona wodą destylowaną do objętości 10 cm³.

Do oznaczenia metali we wszystkich badanych próbkach migdałka gardłowego została wykorzystana metoda indukcyjnie sprzężonej plazmy (ICP-AES). Pomiaru przeprowadzono za pomocą aparatu Solar 2000.

Dokładność oznaczeń Ni wynosiła 0,01 µg/g s.m., a wykrywalność 0,005 µg/g s.m.

OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

W pierwszej kolejności określono zawartość Ni w poszczególnych frakcjach cząstek pyłu zdeponowanego na utwardzonych powierzchniach boisk szkolnych i w sąsiedztwie ruchliwych ulic – tab. I. Wyniki zestawione w tab. I wskazują również na duży udział Ni zawartego we frakcji poniżej 0,06 mm. Z kolei najmniejszy udział tego pierwiastka stwierdzono we frakcji rzędu 0,43–0,60 mm. Tym samym należałoby nadmienić, że udział niklu w najdrobniejszych frakcjach pyłu był przeciętnie 3–7-krotnie większy aniżeli we frakcjach największych. Wyniki badań nad występowaniem Ni w pyłach osiadłych na terenie wybranych miast wskazały na potrzebę przeprowadzenia dogłębszych analiz nad rolą wtórnej emisji tego pierwiastka do układu oddechowego [1–4]. Dlatego głównym celem badań była ocena kumulacji niklu w migdałkach gardłowych w warunkach wtórnego pylenia, w miejscowościach o zróżnicowanym zapyleniu powietrza. Migdałki gardłowe dzieci traktowane są w tym opracowaniu jako wybiórczy potencjalny receptor Ni obecnego w głównym strumieniu wdychanego powietrza przez dzieci [5].

Tab. I. Przeciętne zawartości Ni w poszczególnych frakcjach pyłu zdeponowanego na powierzchni boiska szkolnego [µg/g]

Tab. I. Average contents of Ni of single fractions of dust deposited on the surface of the school sports pitch [µg/g]

| X [mm] | < 0,06 | 0,08–0,06 | 0,15–0,08 | 0,25–0,15 | 0,30–0,25 | 0,385–0,30 | 0,43–0,385 | 0,60–0,43 | 0,75–0,60 |
|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|
| Ni [µg/g] | 89 | 49 | 34 | 33 | 20 | 29 | 18 | 15 | 24 |

X [mm] – średnica ziaren frakcji pyłu

Zjawisko wtórnego pylenia opisują następujące parametry:

a) **współczynnik wtórnej emisji pyłu**, w tym danego pierwiastka – **K według Stewarta** [16] z powierzchni utwardzonych (tab. II, ryc. 1), równy ilorazowi zawartości pyłu zawieszonego w powietrzu [mg/m^3] do zawartości pyłu osiadłego na liściach [mg/m^2]

b) **współczynnik wzbogacenia** – **U** [%] określający udział wtórnego pylenia w zanieczyszczeniu przyziemnej warstwy powietrza [17]:

$$U = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\%$$

U – oznacza udział wtórnego pylenia w zanieczyszczeniu przypowierzchniowej warstwy powietrza [%];

m_1 – masa danego metalu zawarta w 1 gramie pyłu zawieszonego w punkcie przy ulicy [μg];

m_2 – masa danego metalu zawarta w 1 gramie pyłu zawieszonego w powietrzu w punkcie będącym poza zasięgiem oddziaływania wtórnego pylenia [μg].

c) **dotatkowa masa danego metalu w ogólnym zanieczyszczeniu powietrza M** [18]:

$$M = U \cdot X_g$$

M – dodatkowa masa danego pierwiastka w ogólnym zanieczyszczeniu powietrza w sąsiedztwie powierzchni utwardzonych, [μg];

U – udział wtórnego pylenia w zanieczyszczeniu przypowierzchniowych warstw powietrza, [%];

X_g – średnia geometryczna zawartość poszczególnych pierwiastków w sąsiedztwie ulicy.

d) **współczynnik kontaminacji** – **E** [19] jako iloraz zawartości metalu w pyłe zawieszonym w bezpośrednim sąsiedztwie ulicy [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] i zawartości danego metalu w pyłe zawieszonym w funkcji odniesienia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Na podstawie powyższych wzorów sporządzono charakterystykę wtórnej emisji pyłów, która oddziałuje na układ oddechowy dzieci.

Udział wtórnej emisji Ni w przyziemnej warstwie powietrza obliczono jako iloraz zawartości pyłu zawieszonego w powietrzu do zawartości pyłu osiadłego na liściach. Wyznaczone ilorazy dotyczyły dłuższych okresów bezdeszczowych (przynajmniej kilkanaście dni). Masa pyłu sedymentującego na powierzchnię liści w okresach oddziaływania wiatru na powierzchnie utwardzone w przybliżonym stopniu odwzorowuje wtórną emisję pyłów (tab. I).

Z kolei dla wyznaczenia wzrostu obecności danego pierwiastka w przyziemnej warstwie powietrza zwią-

zanego z wtórnym pyleniem, oznaczono zawartość Ni w pyłe zawieszonym w sąsiedztwie boiska, ulicy oraz w punkcie odniesienia, który był usytuowany przynajmniej 200 m od źródła wtórnej emisji – tab. II, tab. III.

Tab. II. Średnia zawartość niklu w pyłe zawieszonym o wybranych średnicach ziaren, obecnym w powietrzu w warunkach wtórnego pylenia i w sąsiedztwie boiska szkolnego [mg/g s.m.p.*]

Tab. II. Average content of Ni in suspended matter grains diameter in the air, in conditions of secondary dusting and in the neighborhood of school sports pitch [mg/g d.d.m.*]

| Średnica ziaren frakcji pyłu [μm] | 1,8 | 1,8–2,4 | 2,5–3,7 | 3,8–9,4 | 9,4 |
|------------------------------------------------|------|---------|---------|---------|------|
| Ni [$\mu\text{g}/\text{g}$ s.m.p.] | 9,63 | 4,83 | 3,50 | 1,41 | 0,39 |

* s.m.p. – sucha masa pyłu

* d.d.m. – dry dust mass

Tab. III. Współczynnik wtórnej emisji niklu – K dla poszczególnych miast [m^{-1}]

Tab. III. Ratio of secondary emission of nickel – K for different places [m^{-1}]

| Obszar administracyjny | K [m^{-1}] |
|---------------------------------------------|-----------------------|
| R1 = Zabrze | $4,2 \cdot 10^{-2}$ |
| R2 = Gliwice | $4,5 \cdot 10^{-2}$ |
| R3 = Katowice | $4 \cdot 10^{-2}$ |
| R4 = Bytom | $3,8 \cdot 10^{-2}$ |
| R5 = Tychy | $2,8 \cdot 10^{-2}$ |
| R6 = Rybnik | $4,2 \cdot 10^{-2}$ |
| R7 = obszary miejskie Zagłębia Dąbrowskiego | $4 \cdot 10^{-2}$ |
| R8 = Bielsko-Biała | $1,1 \cdot 10^{-3}$ |
| R9 = Częstochowa | $8,9 \cdot 10^{-3}$ |
| R10 = Opole | $7,8 \cdot 10^{-3}$ |

Na podstawie tych danych określono dodatkową ilość w zanieczyszczeniu przypowierzchniowych warstw powietrza niklem – tab. IV oraz ryc. 1. Współczynnik wtórnej emisji wyznaczony dla Ni wahał się w granicach od $0,0011 \text{ m}^{-1}$ w Bielsku-Białej do około $0,045 \text{ m}^{-1}$ w Gliwicach oraz $0,042 \text{ m}^{-1}$ w Zabrzu i Rybniku. Widać wyraźnie, że największe znaczenie zjawiska wtórnej emisji występuje w miastach o powietrzu najbardziej zanieczyszczonym niklem. Zatem w dalszej kolejności współczynnik wtórnej emisji K może wskazywać na gorsze warunki środowiskowe dla dzieci mieszkających w Katowicach, Bytomiu i na terenach Zagłębia Dąbrowskiego. Najmniejszy wpływ zjawiska wtórnej emisji niklu

obserwuje się w Bielsku-Białej ($0,0011 \text{ m}^{-1}$), Opolu ($0,0078 \text{ m}^{-1}$) i Częstochowie ($0,0089 \text{ m}^{-1}$). Ilustracja wpływu wtórnej emisji przedstawiona na ryc. 1 opisanego za pomocą współczynnika K, potencjalnie pozwala wskazać na miejsca i obszary o największym wpływie wtórnej emisji pyłów w okresie wietrznej pogody. Wtórna emisja związana z ruchem samochodowym charakteryzowana jest przeciętnymi wartościami Ni w pyłe zawieszonym przy ulicy (m_1) – tab. II. Większe przeciętne stężenia Ni w pyłe zawieszonym w sąsiedztwie ulicy, wyraźnie potwierdzają obliczone współczynniki wtórnej emisji K (tab. III). Do miast o największej uciążliwości wtórnej emisji Ni w sąsiedztwie ruchliwych ulic należą Katowice, Tychy, Zabrze, Gliwice, Rybnik. Z kolei Częstochowa, region Zagłębia Dąbrowskiego oraz Bielsko-Biała charakteryzują się mniejszą obecnością tego pierwiastka w ulicznym pyłe zawieszonym.

Okazało się, że stopień wzbogacenia przyziemnej warstwy powietrza w wyniku zjawiska wtórnego pylenia wynosił 23% w Częstochowie i do 50% w Tychach (ryc. 2). Ogólnie można przyjąć, że wtórna emisja pyłów z powierzchni utwardzonych zwiększa zawartość niklu w powietrzu o ok. 30% w strefie oddychania.

Następnie za pomocą wzoru

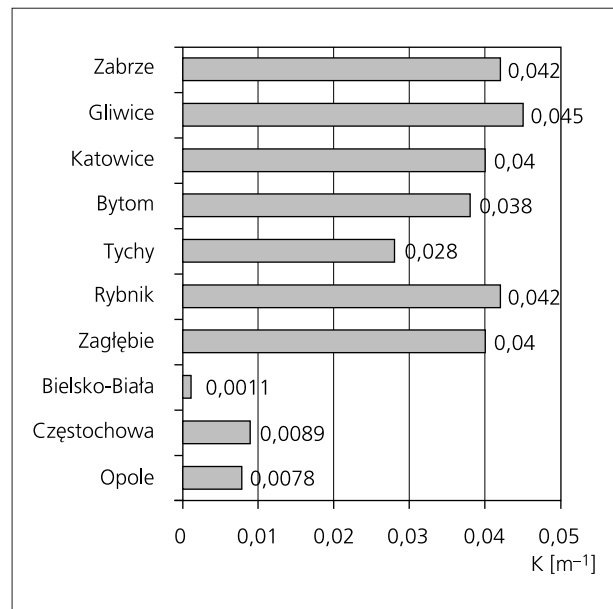
$$U = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\% \quad [17]$$

obliczono procentowy udział zjawiska wtórnego pylenia w zanieczyszczeniu przyziemnej warstwy powietrza niklem – tab. V. Przyrosty ilości Ni w ogólnym zanieczyszczeniu środowiskowym powietrza były największe w Tychach – $570 \mu\text{g/g}$, Rybniku i Zabrzu – $470 \mu\text{g/g}$ oraz Gliwicach – $450 \mu\text{g/g}$.

Tab. IV. Przeciętna zawartość Ni w przyziemnej warstwie powietrza [$\mu\text{g Ni/g s.m.p.}$]

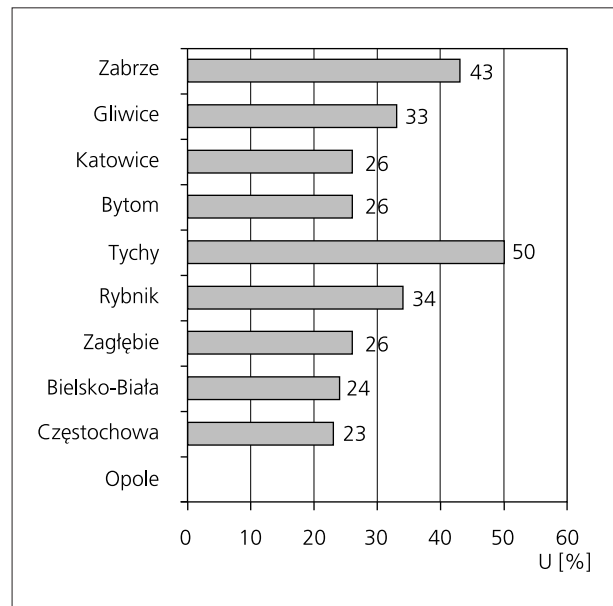
Tab. IV. Average Ni content in ground air layer [$\mu\text{g Ni/g d.d.m.}$] in different places

| Obszar administracyjny miasto/region | Ni | |
|--------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| | Punkt przy ulicy m_1 | Punkt odniesienia m_2 |
| R=1 Zabrze | 1100 | 630 |
| R=2 Gliwice | 1350 | 900 |
| R=3 Katowice | 780 | 580 |
| R=4 Bytom | 980 | 730 |
| R=5 Tychy | 1150 | 580 |
| R=6 Rybnik | 1380 | 910 |
| R=7 Zagłębie | 580 | 430 |
| R=8 Bielsko-Biała | 630 | 480 |
| R=9 Częstochowa | 635 | 490 |
| R=10 Opole | – | – |



Ryc. 1. Współczynnik wtórnej emisji niklu – K dla poszczególnych miejscowości [m^{-1}]

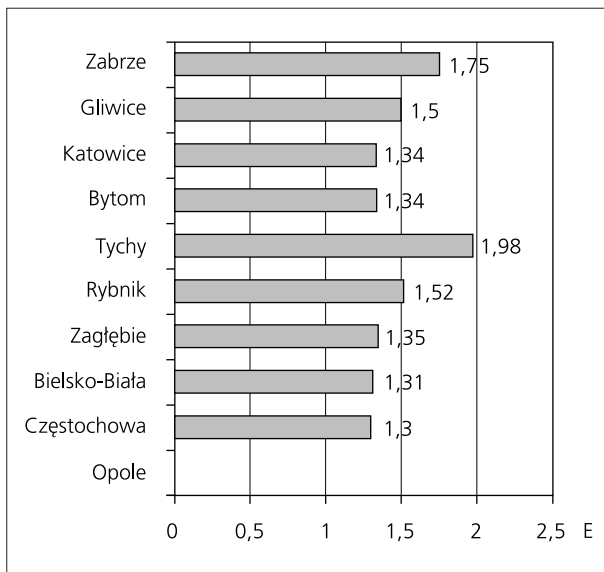
Fig. 1. Nickel secondary emission ratio K for different places [m^{-1}]



Ryc. 2. Udział wtórnego pylenia U w zanieczyszczeniu przyziemnej warstwy powietrza niklem w poszczególnych miejscowościach [%]

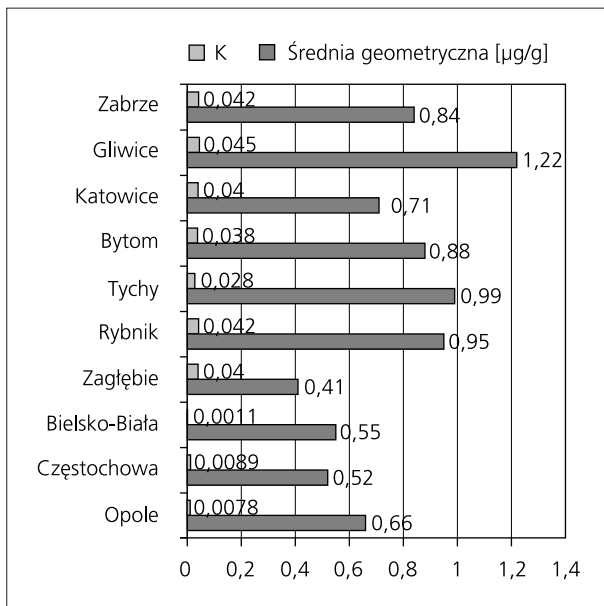
Fig. 2. Secondary dusting U in nickel contamination of ground air layer in different places [%]

Dodatkową informacją potwierdzającą rolę zjawiska wtórnego pylenia są wartości współczynnika kontaminacji, które każdorazowo wskazują na zróżnicowany wzrost zawartości Ni w przyziemnej warstwie powietrza, w sąsiedztwie ruchliwych ulic (ryc. 3).



Ryc. 3. Porównanie współczynnika kontaminacji powietrza niklem – E w wyniku wtórnej emisji w ujęciu obszarowym

Fig. 3. Comparison of E contamination ratio of air nickel in result of secondary emission with reference to area



Ryc. 4. Porównanie zmian średniej zawartości niklu C [µg/g] w migdałkach gardłowych dzieci ze zmianą współczynnika wtórnej emisji K [m⁻¹] w ujęciu obszarowym

Fig. 4. Comparison of average nickel content changes [µg/g] in pharyngeal tonsils of children with change of ratio of secondary emission K [m⁻¹] with reference area

Celem uwypuklenia roli zjawiska wtórnego pylenia jako potencjalnego zagrożenia dla dzieci, przeanalizowano zmianę zawartości Ni w migdałku gardłowym – ryc. 4. Okazało się, że większej wartości współczynnika wtórnej emisji odpowiadały większe

zawartości Ni w migdałkach gardłowych. Wyraźnie widać to na przykładzie porównania narażenia środowiskowego dzieci, mieszkających w miastach uprzemysłowionych do dzieci zamieszkających w Bielsku-Białej, Częstochowie i Opolu. Przykładowo największa zawartość Ni w migdałkach gardłowych dzieci z Gliwic – 1,22 µg/g, odpowiadała największemu współczynnikowi wtórnej emisji – 0,045 [m⁻¹]. Nie wiele mniejszy współczynnik charakteryzował wtórną emisję w Zabrze i Rybniku 0,042 [m⁻¹], co skutkowało obecnością Ni w migdałkach gardłowych dzieci rzędu 0,84 µg/g zamieszkających w Zabrze oraz 0,95 µg/g zamieszkających w Rybniku. Ilościowo mniejsze zawartości Ni stwierdzono w migdałkach gardłowych dzieci zamieszkających na terenie Zagłębia Dąbrowskiego, mimo współczynnika wtórnej emisji rzędu 0,04 [m⁻¹], podobnie jak u dzieci z Bielska-Białej, Częstochowy i Opola. Fakt ten tłumaczy się wyraźnie mniejszą wtórną emisją, którą opisuje obniżony współczynnik emisji K rzędu 0,0011 – 0,0089 [m⁻¹].

Intoksykację niklem nie można bezpośrednio porównać z tendencją zmian przeciętnej zawartości tego pierwiastka w migdałkach gardłowych dzieci, bowiem przeciętna zawartość w pyłe zawieszonym, zarówno na terenie miasta jak i w sąsiedztwie ulic, przy których położone są miejsca zamieszkania bądź ich szkoły jest różna i na ogół determinowana jest różną imisją tego pierwiastka, a także innymi warunkami dotyczącymi kierunku i prędkości wiatrów. W związku z powyższym na ryc. 5 przedstawiono dodatkowe udziały Ni w pyłe zawieszonym ujawnione w rezultacie zjawiska wtórnego pylenia, które skutkowało odpowiednią zawartością tego pierwiastka w migdałku gardłowym.

Wyniki przedstawione na ryc. 6 obrazują rolę zjawiska wtórnego pylenia (współczynnik kontaminacji E) w odniesieniu do występowania Ni w migdałkach gardłowych dzieci mieszkających w różnych miastach. Porównania współczynnika kontaminacji dla poszczególnych obszarów administracyjnych badanych miast pośrednio wskazuje na zjawisko wtórnego pylenia, jako źródła kształtowania poziomu zawartości tego pierwiastka w migdałkach gardłowych dzieci (tab. VI). Dla Katowic, Bytomia, Zagłębia, Bielska-Białej oraz Częstochowy współczynnik kontaminacji oscyluje w granicach 1,3–1,35 podczas, gdy średnia zawartość Ni w migdałkach gardłowych dzieci zamieszkujących te rejony wynosi 0,41–0,88 µg/g. Jednoznacznej ocenie co do roli zjawiska wtórnego pylenia na zawartość Ni w migdałkach gardłowych, dokonanej na podstawie współczynnika kontaminacji, można poddać rejon Zabrze, Gliwic, Tychów oraz Rybnika. Zależność jaka tu jest widoczna, czyli większa wtórna emisja, daje pozytywną odpowiedź co do

Tab. V. Udział wtórnego pylenia (U) w zanieczyszczeniu przyziemnych warstw powietrza niklem w poszczególnych obszarach administracyjnych (wyliczany na podstawie wartości średnich) [%]

Tab. V. Secondary dusting (U) of Ni in contamination of ground air layer in different administration areas (on base of average value enumerated) [%]

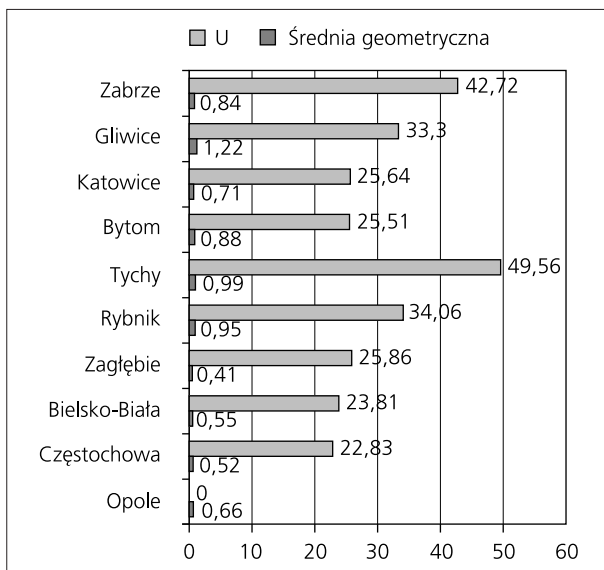
| | | Obszar administracyjny | | | | | | | | | |
|----|-------------|------------------------|---------------|----------------|-------------|-------------|--------------|----------------|--------------------------|------------------------|--------------|
| | | R1 Zabrze | R2 Gliwice | R3 Katowice | R4 Bytom | R5 Tychy | R6 Rybnik | R7 Zagłębie | R8 Biel- sko-Biała | R9 Czę- stochowa | R10 Opole |
| Ni | U [%] | 42,72 | 33,3 | 25,64 | 25,51 | 49,56 | 34,06 | 25,86 | 23,81 | 22,83 | – |
| | M [µg/g] | 470 | 450 | 200 | 250 | 570 | 470 | 150 | 150 | 145 | – |

U – udział wtórnego pylenia, M – dodatkowa masa Ni w powietrzu [µg/g]

Tab. VI. Współczynnik kontaminacji E opisujący stopień zanieczyszczenia powietrza niklem w wyniku wtórnej emisji na terenie poszczególnych miast

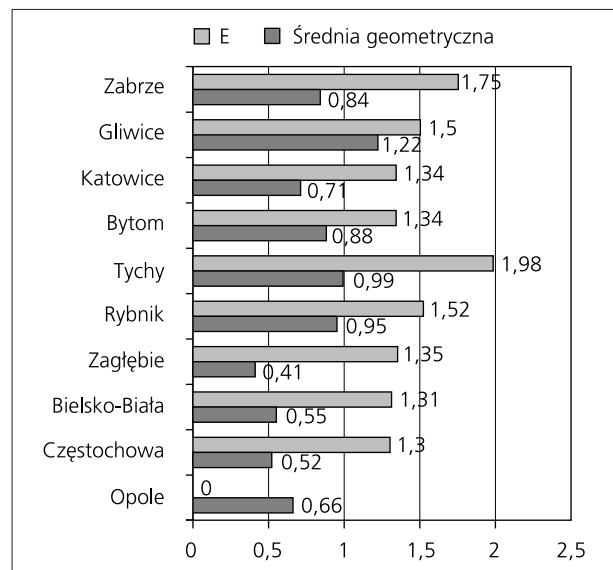
Tab. VI. Ratio of E contamination resulting from air pollution level with nickel due to secondary emission in the area of different towns

| | | Obszar administracyjny | | | | | | | | | |
|---|--|------------------------|---------------|----------------|-------------|-------------|--------------|----------------|--------------------------|------------------------|--------------|
| | | R1 Zabrze | R2 Gliwice | R3 Katowice | R4 Bytom | R5 Tychy | R6 Rybnik | R7 Zagłębie | R8 Biel- sko-Biała | R9 Czę- stochowa | R10 Opole |
| E | | 1,75 | 1,50 | 1,34 | 1,34 | 1,98 | 1,52 | 1,35 | 1,31 | 1,30 | – |



Ryc. 5. Wpływ udziału wtórnego pylenia w zanieczyszczeniu przyziemnej warstwy powietrza U [%] na przeciętną zawartość niklu C [µg/g] w migdałkach gardłowych dzieci w odniesieniu do poszczególnych rejonów

Fig. 5. Impact of secondary dusting in contamination of ground air layer U [%] on average content of nickel C [µg/g] in pharyngeal tonsils of children with reference to different areas



Ryc. 6. Zmiana średniej geometrycznej zawartości niklu C [µg/g] w migdałkach gardłowych dzieci w nawiązaniu do współczynnika kontaminacji E

Fig. 6. Change of average geometric content of nickel C [µg/g] in pharyngeal tonsils of children with referents to E contamination ratio

roli analizowanego zjawiska. I tak też współczynnik kontaminacji E dla Ni w miastach przemysłowych wynoszący 1,5–1,98, skutkuje zawartością tego pierwiastka odpowiednio 0,84 µg/g w Zabrze, 1,22 µg/g w Gliwicach, 0,99 µg/g w Tychach i 0,95 µg/g w Rybniku.

PODSUMOWANIE

W podsumowaniu można stwierdzić, że szczegółowo przeprowadzona analiza zjawiska wtórnego pylenia oparta o parametry wyliczone na podstawie pomiarów i z zachowaniem podobnych wskaźników meteorologicznych, ujawnia wystąpienie zagrożenia zdrowotnego w odniesieniu do dzieci. Dzieci wchłaniają dodatkowe ilości Ni nie tylko podczas zabaw ruchowych powodujących większą wentylację płuc, ale również większe ilości Ni dostają się do dróg oddechowych w wyniku wtórnego pylenia wzmaganego przez wiatry.

WNIOSKI

1. Zjawisko wtórnego pylenia jest dodatkowym – obok przeciętnych zawartości Ni w pyle zawieszonym – niedocenianym źródłem intoksykacji migdałka gardłowego.

2. U dzieci mieszkających w sąsiedztwie ruchliwych ulic lub dużych powierzchni utwardzonych (boisko, parking), ujawniono wybiórczą kumulację Ni w migdałkach gardłowych.

3. Zjawisko wtórnego pylenia ma istotny wpływ na ogólny bilans zanieczyszczeń w przyziemnej warstwie powietrza.

BIBLIOGRAFIA

- Kwapuliński J., Cyganek M., Mirosławski J.: Występowanie Pb i Cd we krwi ludzi pracujących w warunkach zjawiska wtórnego pylenia. *Bromat Chem Toksykol* 1992; 25(2): 137-142.
- Kwapuliński J., Mirosławski J., Cyganek M.: Ocena toksyczności zjawiska wtórnego pylenia w sąsiedztwie ulicy; *Ochrona Powietrza*, 1991; 1: 6-9.
- Mirosławski J., Rzepka J., Kwapuliński J.: Zjawisko wtórnego pylenia jako zagrożenie cywilizacyjne dzieci i młodzieży (w:) Szymańska A.M., Krzyżak-Szymańska E. (red.): W kierunku bezpiecznego życia dzieci i młodzieży. Materiały z V Konferencji Naukowej, Katowice, 7-8 listopada 2005 r. Górnośląska Wyższa Szkoła Pedagogiczna im. Kardynała Augusta Hłonda, Mysłowice 2007: 160-183.
- Rzepka J., Nogaj E., Kwapuliński J., Rochel R., Bogunia M.: Zjawisko wtórnej emisji Pb i Cd jako zagrożenia cywilizacyjnego dzieci i młodzieży, (w:) Szymańska A.M., Krzyżak-Szymańska E. (red.): W kierunku bezpiecznego życia dzieci i młodzieży. Materiały z V Konferencji Naukowej, Katowice, 7-8 listopada 2005 r. Górnośląska Wyższa Szkoła Pedagogiczna im. Kardynała Augusta Hłonda, Mysłowice 2005: 184-195.
- Misiółek M., Kwapuliński J., Macioł Z., Nogaj E., Kita A., Namysłowski G., Lisowska G.: Pharyngeal Tonsil Cadmium Contamination in Children from Regions of Upper Silesia and Małopolska. *Bull Environ Contam Toxicol* 2007; 78: 436-439.
- Nogaj E., Kwapuliński J., Misiółek M., Fischer A., Brodziak-Dopierała B., Misiółek H., Namysłowski G., Bogunia M.: Wpływ biernego palenia na zawartość glinu w migdałkach gardłowych dzieci zamieszkujących regiony południowej Polski. *Przegląd Lekarski* 2007; 64(10): 713-716.
- Nogaj E., Kwapuliński J., Misiółek M., Wojtanowska, Goszyk E., Gromulska E., Jakubowska J.: Wpływ biernego palenia na zróżnicowanie występowania baru w migdałkach gardłowych dzieci. *Przegląd Lekarski* 2007; 64(10): 717-719.
- Śpiewak R., Piętowska J.: Nikiel – alergen wyjątkowy. Od struktury atomu do regulacji prawnych. *Alergologia Immunologia* 2006; 3(3-4): 58-62.
- Antoszczyk G., Obtulowicz K.: Systemowe działanie niklu. *Postępy Dermatologii i Alergologii* 2005; 22(1).
- Kleszczewska E., Kaczorowski W.: Rola biologiczna, właściwości i metody oznaczania niklu. *Biul Magnezol* 2000; 5(2):98-104.
- Chmielnicka J.: Metale i metaloidy. (w:) Toksykologia. PZWL Warszawa 1999.
- Stern A.C., Boubel R.W., Turner D.B., Fox D.L.: Fundamentals of air pollution. 2nd ed., Academic Press 1984; 103-113.
- Beijer K., Jernelöv A.: Sources, transport and transformation of metals In the environment. (in:) Friberg L., Nordberg G.F., Vouk V.B., Handbook on the toxicology of metals, Elsevier Science Publishers 1986: 68-84.
- Kwapuliński J., Mirosławski J., Brodziak B., Wróbel H., Bogunia M.: Chemiczne formy występowania metali w ulicznym pyłe osiadłym na terenach rekreacyjnych – gmina Brenna. *Problemy Ekologii* 1999; 3(2).
- Kwapuliński J., Mirosławski J., Cyganek M., Nalewajek A.: Występowanie drobnodispersyjnych pyłów w warunkach wtórnego pylenia. *Ochrona Powietrza* 1991; 6: 145-48.
- Stewart K.: Surface Contamination (in:) B.R. Fish (ed.) Proc. of a Symp. Health at Gatlinburg, Pergamon Press, Oxford 1967; 63-74.
- Endler Z., Markiwicz K., Michalczyk J.: Zawartość metali ciężkich w liściach, kwiatach i owocach bzu czarnego. *Wiadomości Zielarskie* 1989; 2: 5-6.
- Szymczykiewicz K.: Toksykologia pyłów. Instytut Medycyny Pracy w Przemysle Węglowym i Hutniczym, Sosnowiec 1978.
- Endler Z., Michalczyk J., Markiwicz K.: Wpływ spalin pojazdów samochodowych na kumulację toksycznych metali w liściach i owocach głogu. *Herba Polonica* 1987; 4: 254.
- Seńczuk W.: Toksykologia współczesna, PZWL Warszawa 2005: 413-414.

Adres do korespondencji:

Prof. dr hab. Jerzy Kwapuliński

Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego

41-200 Sosnowiec, ul. Kościelna 13

tel. 32 266 06 40